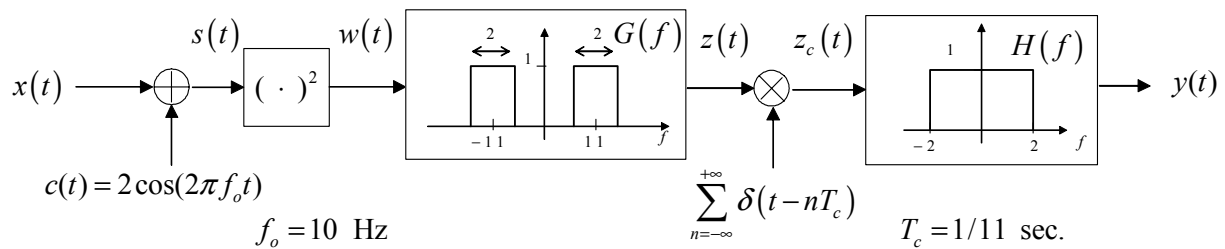


# Esame di Teoria dei Segnali – 02/04/04

## Esercizio 1



Dato il sistema rappresentato in figura, dove  $X(f) = \text{tri}_2(f)$ , calcolare l'andamento temporale e l'energia del segnale  $y(t)$ .

## Esercizio 2

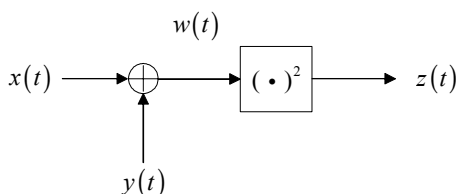
Un sistema di telecomunicazione trasmette dei simboli  $s_i = \{b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}\}$  costituiti da 4 bits  $b_i$  ( $b_i \in \{0,1\}$ ,  $P\{b_i = 0\} = P\{b_i = 1\}$ ), su un canale caratterizzato da una probabilità  $P_b$  che i bit ricevuti  $\hat{b}_i$  siano errati pari a  $P_b = P\{\hat{b}_i \neq b_i\} = 10^{-3}$ . I primi 3 bits di ciascun simbolo rappresentano i dati di informazione, mentre il quarto bit è un bit di controllo introdotto per RIVELARE eventuali errori nel simbolo ricevuto  $r_i = \{\hat{b}_{i1}, \hat{b}_{i2}, \hat{b}_{i3}, \hat{b}_{i4}\}$ . Il bit di controllo è generato in trasmissione facendo la somma binaria (modulo 2) dei primi tre bits ( $b_{i4} = b_{i1} \oplus b_{i2} \oplus b_{i3}$ ), che vale 0 oppure 1 a seconda che ci siano un numero pari oppure dispari di 1 nei primi 3 bits.

SI CALCOLI la probabilità di MANCATA RIVELAZIONE di errori nei primi tre bits.

Suggerimenti:

- 1) Si noti che trasmettere 1 o 0 è equiprobabile, così come è equiprobabile sbagliare un 1 con uno zero o viceversa.
- 2) Si sfrutti (consideri) il fatto che il 4° bit può essere ricevuto erroneamente.

## Esercizio 3

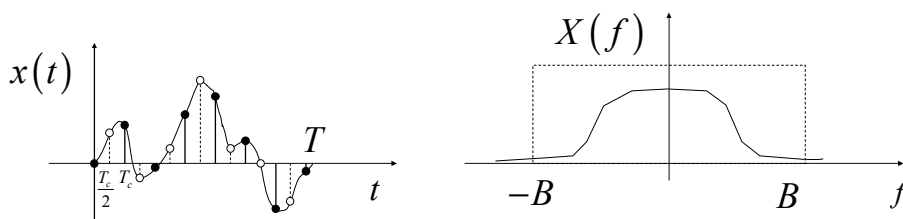


Siano  $x(t)$  ed  $y(t)$  due processi Gaussiani incorrelati e caratterizzati da spettri di densità di potenza:

$$S_{xx}(f) = 2.5 \text{rect}_2(f), \quad S_{yy}(f) = 4\delta(f) + 2\text{rect}_2(f).$$

- 1) Calcolare il valor medio del processo  $z(t)$ .
- 2) Calcolare la densità di probabilità del processo  $z(t)$ .
- 3) Calcolare la probabilità che  $z(t) > 25$ .
- 4) Calcolare lo spettro di densità di Potenza del processo  $z(t)$ .

## Domanda 1



Si supponga di avere un segnale  $x(t)$  a durata limitata  $T$  e banda “praticamente” limitata  $B$  (energia fuori banda trascurabile), ed un campionatore ideale con frequenza di campionamento  $F_c = 1/2B$ .

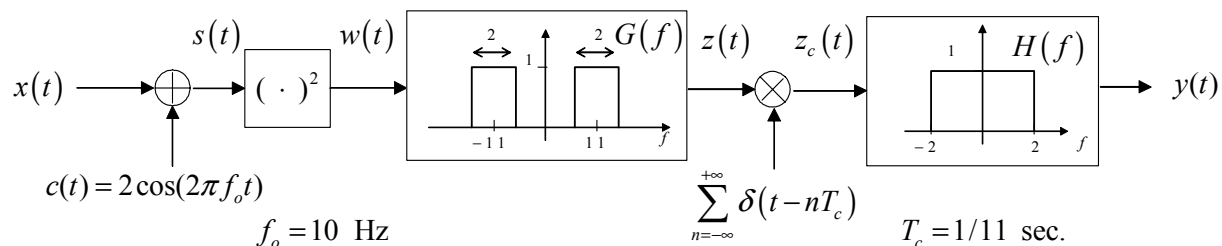
- 1) Si disegni e si giustifichi lo schema di campionamento e ricostruzione che il candidato utilizzerrebbe per ricostruire  $x(t)$  a partire da campioni prelevati a multipli di  $T_c = 1/F_c$  (pallini neri).
- 2) Si dica e si giustifichi se è possibile ottenere i campioni intermedi (pallini bianchi) senza ricorrere ad un campionatore che lavori a frequenza di campionamento doppia.

## Domanda 2

Si definisca la varianza di una variabile aleatoria  $X$  (qualunque). Se ne spieghi il significato, giustificando la risposta nel modo più completo possibile sia da un punto di vista intuitivo, sia da un punto di vista grafico, sia da un punto di vista teorico. Si fornisca anche qualche esempio specifico.

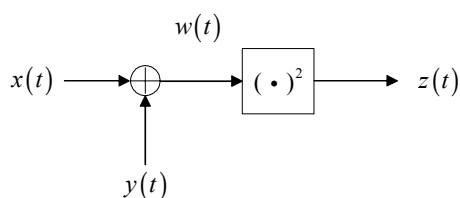
# Esame di Elaborazione Analogica dei Segnali – 02/04/04

## Esercizio 1



Dato il sistema rappresentato in figura, dove  $X(f) = \text{tri}_2(f)$ , calcolare l'andamento temporale e l'energia del segnale  $y(t)$ .

## Esercizio 2

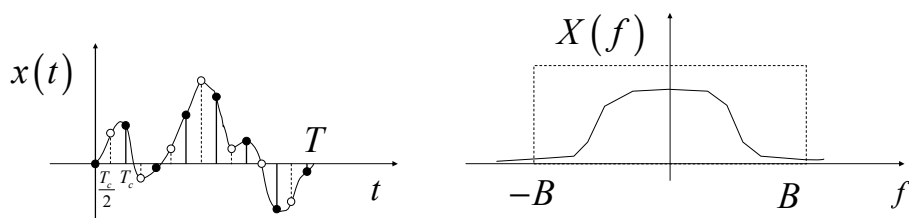


Siano  $x(t)$  ed  $y(t)$  due processi Gaussiani incorrelati e caratterizzati da spettri di densità di potenza:

$$S_{xx}(f) = 2.5 \text{rect}_2(f), \quad S_{yy}(f) = 4\delta(f) + 2\text{rect}_2(f).$$

- 1) Calcolare il valor medio del processo  $z(t)$ .
- 2) Calcolare la densità di probabilità del processo  $z(t)$ .
- 3) Calcolare lo spettro di densità di Potenza del processo  $z(t)$ .

## Domanda



Si supponga di avere un segnale  $x(t)$  a durata limitata  $T$  e banda “praticamente” limitata  $B$  (energia fuori banda trascurabile), ed un campionatore ideale con frequenza di campionamento  $F_c = 1/2B$ .

- 1) Si disegni e si giustifichi lo schema di campionamento e ricostruzione che il candidato utilizzerebbe per ricostruire  $x(t)$  a partire da campioni prelevati a multipli di  $T_c = 1/F_c$  (pallini neri).
- 2) Si dica e si giustifichi se è possibile ottenere i campioni intermedi (pallini bianchi) senza ricorrere ad un campionatore che lavori a frequenza di campionamento doppia.

# Esame di Teoria dei Fenomeni Aleatori – 02/04/04

## Esercizio 1

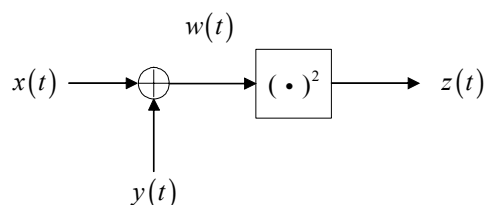
Un sistema di telecomunicazione trasmette dei simboli  $s_i = \{b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}\}$  costituiti da 4 bits  $b_i$  ( $b_i \in \{0,1\}$ ,  $P\{b_i = 0\} = P\{b_i = 1\}$ ), su un canale caratterizzato da una probabilità  $P_b$  che i bit ricevuti  $\hat{b}_i$  siano errati pari a  $P_b = P\{\hat{b}_i \neq b_i\} = 10^{-3}$ . I primi 3 bits di ciascun simbolo rappresentano i dati di informazione, mentre il quarto bit è un bit di controllo introdotto per RIVELARE eventuali errori nel simbolo ricevuto  $r_i = \{\hat{b}_{i1}, \hat{b}_{i2}, \hat{b}_{i3}, \hat{b}_{i4}\}$ . Il bit di controllo è generato in trasmissione facendo la somma binaria (modulo 2) dei primi tre bits ( $b_{i4} = b_{i1} \oplus b_{i2} \oplus b_{i3}$ ), che vale 0 oppure 1 a seconda che ci siano un numero pari oppure dispari di 1 nei primi 3 bits.

SI CALCOLI la probabilità di MANCATA RIVELAZIONE di errori nei primi tre bits.

Suggerimenti:

- 1) Si noti che trasmettere 1 o 0 è equiprobabile, così come è equiprobabile sbagliare un 1 con uno zero o viceversa.
- 2) Si sfrutti (consideri) il fatto che il 4° bit può essere ricevuto erroneamente.

## Esercizio 2



Siano  $x(t)$  ed  $y(t)$  due processi Gaussiani incorrelati e caratterizzati da spettri di densità di potenza:

$$S_{xx}(f) = 2.5 \text{rect}_2(f), \quad S_{yy}(f) = 4\delta(f) + 2\text{rect}_2(f).$$

- 1) Calcolare il valor medio del processo  $z(t)$ .
- 2) Calcolare la densità di probabilità del processo  $z(t)$ .
- 3) (SOLO TFA) Calcolare la probabilità che  $z(t) > 25$ .
- 3) (ESAME CONGIUNTO) Calcolare lo spettro di densità di Potenza del processo  $z(t)$ .

## Domanda

Si definisca la varianza di una variabile aleatoria  $X$  (qualunque). Se ne spieghi il significato, giustificando la risposta nel modo più completo possibile sia da un punto di vista intuitivo, sia da un punto di vista grafico, sia da un punto di vista teorico. Si fornisca anche qualche esempio specifico.